

#2 PRIORITY  
Paper  
4-18-00  
R. Stokes

PATENT  
005702-20050  
Express Mail Label No. 438 938 124 US  
JCS25 U.S. PRO  
09/451619  
11/30/99

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of:

Seiichi MORI

Serial No: Not assigned

Filed: November 30, 1999

For: NON-VOLATILE SEMICONDUCTOR MEMORY  
AND MANUFACTURING METHOD THEREOF

Art Unit: Not assigned

Examiner: Not assigned

**TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT**

Box PATENT APPLICATION  
Assistant Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

Dear Sir:

Enclosed herewith is a certified copy of Japanese patent application No. 10-340387 which was filed November 30, 1998, from which priority is claimed under 35 U.S.C. § 119 and Rule 55.

Acknowledgment of the priority document(s) is respectfully requested to ensure that the subject information appears on the printed patent.

Respectfully submitted,

LOEB & LOEB LLP

By: 

William H. Wright  
Registration No. 36,312  
Attorney for Applicant(s)

Date: November 30, 1999

10100 Santa Monica Blvd., 22nd Floor  
Los Angeles, California 90067-4164  
Telephone: 310-282-2000  
Facsimile: 310-282-2192

日 本 国 特 許 庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

JCS25 U.S. PRO  
09/451619  
11/30/99

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application:

1 9 9 8 年 1 1 月 3 0 日

出 願 番 号  
Application Number:

平成 1 0 年 特 許 願 第 3 4 0 3 8 7 号

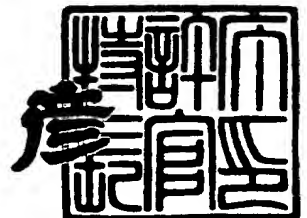
出 願 人  
Applicant (s):

株式会社東芝

1 9 9 9 年 1 1 月 5 日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Patent Office

近 藤 隆 彦



出証番号 出証特平 1 1 - 3 0 7 7 7 1 4

【書類名】 特許願

【整理番号】 98P6040

【提出日】 平成10年11月30日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 29/00

【発明の名称】 不揮発性半導体メモリ及びその製造方法

【請求項の数】 11

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝  
横浜事業所内

【氏名】 森 誠一

【特許出願人】

【識別番号】 000003078

【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【代理人】

【識別番号】 100092820

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊丹 勝

【電話番号】 03-3254-0171

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 026893

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9810498

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 不揮発性半導体メモリ及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体基板と、この半導体基板に互いに離隔して形成されたソース及びドレイン領域と、これらソース及びドレイン領域の間のチャンネル領域上に形成された電荷蓄積部及び制御ゲートとを備え、前記ドレイン領域近傍でホットエレクトロンを生成して前記電荷蓄積部に注入する書き込み動作を有する不揮発性半導体メモリにおいて、

少なくとも前記ソース領域は、前記制御ゲートの側面に設けられた側壁に自己整合された不純物導入により形成され、且つ

前記ドレイン領域と前記電荷蓄積部の重なりが、前記ソース領域と前記電荷蓄積部の重なり以上に設定されている

ことを特徴とする不揮発性半導体メモリ。

【請求項 2】 前記電荷蓄積部は前記チャンネル領域と前記制御ゲートの間に絶縁膜を介して形成された浮遊ゲートであり、消去動作はその浮遊ゲートに保持された電子を前記チャンネル領域に放出させることにより行われる

ことを特徴とする請求項 1 記載の不揮発性半導体メモリ。

【請求項 3】 前記電荷蓄積部は、前記チャンネル領域と前記制御ゲートとの間に形成された絶縁膜内部のトラップ準位であり、消去動作はそのトラップ準位に保持された電子を前記ドレイン領域近傍で生成されたホールの注入により中和することにより行われる

ことを特徴とする請求項 1 記載の不揮発性半導体メモリ。

【請求項 4】 前記ソース領域の不純物ドーズ量が前記ドレイン領域のそれより大きい

ことを特徴とする請求項 1 記載の不揮発性半導体メモリ。

【請求項 5】 前記ソース領域の接合深さが前記ドレイン領域のそれより深い

ことを特徴とする請求項 1 記載の不揮発性半導体メモリ。

【請求項 6】 半導体基板上に電荷蓄積部を介して制御ゲートを形成する工

程と、

前記半導体基板の前記制御ゲートの一方のエッジの外側にそのエッジに整合された不純物導入を行ってドレイン領域を形成する工程と、

前記制御ゲートの側面に側壁絶縁膜を形成する工程と、

前記半導体基板の前記側壁絶縁膜の外側にその側壁絶縁膜に整合された不純物導入を行ってソース領域を形成する工程と、

を有することを特徴とする不揮発性半導体メモリの製造方法。

【請求項 7】 半導体基板に、トンネル絶縁膜を介して浮遊ゲート材料膜を堆積する工程と、

前記浮遊ゲート材料膜上に層間絶縁膜を介して制御ゲート材料膜を堆積する工程と、

前記制御ゲート材料膜及び浮遊ゲート材料膜を順次パターニングして制御ゲート及び浮遊ゲートを形成する工程と、

前記半導体基板の前記制御ゲートの一方のエッジの外側にそのエッジに整合された不純物導入を行ってドレイン領域を形成する工程と、

前記制御ゲート及び前記浮遊ゲートの側面に側壁絶縁膜を形成する工程と、

前記半導体基板の前記側壁絶縁膜の外側にその側壁絶縁膜に整合された不純物導入を行ってソース領域を形成する工程と、

を有することを特徴とする不揮発性半導体メモリの製造方法。

【請求項 8】 半導体基板上に電荷蓄積部を介して制御ゲートを形成する工程と、

前記制御ゲートの側面に第 1 の側壁絶縁膜を形成する工程と、

前記半導体基板の前記第 1 の側壁絶縁膜の外側にその第 1 の側壁絶縁膜に自己整合された不純物導入を行ってドレイン領域を形成する工程と、

前記第 1 の側壁絶縁膜の側面に第 2 の側壁絶縁膜を形成する工程と、

前記半導体基板の前記第 2 の側壁絶縁膜の外側にその第 2 の側壁絶縁膜に自己整合された不純物導入を行ってソース領域を形成する工程と、

を有することを特徴とする不揮発性半導体メモリの製造方法。

【請求項 9】 半導体基板に、トンネル絶縁膜を介して浮遊ゲート材料膜を

堆積する工程と、

前記浮遊ゲート材料膜上に層間絶縁膜を介して制御ゲート材料膜を堆積する工程と、

前記制御ゲート材料膜及び浮遊ゲート材料膜を順次パターンニングして制御ゲート及び浮遊ゲートを形成する工程と、

前記制御ゲート及び前記浮遊ゲートの側面に第1の側壁絶縁膜を形成する工程と、

前記半導体基板の前記第1の側壁絶縁膜の外側にその第1の側壁絶縁膜に自己整合された不純物導入を行ってドレイン領域を形成する工程と、

前記第1の側壁絶縁膜の側面に第2の側壁絶縁膜を形成する工程と、

前記半導体基板の前記第2の側壁絶縁膜の外側にその第2の側壁絶縁膜に自己整合された不純物導入を行ってソース領域を形成する工程と、  
を有することを特徴とする不揮発性半導体メモリの製造方法。

【請求項10】 前記ソース領域の不純物ドーズ量を前記ドレイン領域のそれより大きく設定する

ことを特徴とする請求項6乃至9のいずれかに記載の不揮発性半導体メモリの製造方法。

【請求項11】 前記ソース領域の不純物導入を前記ドレイン領域のそれより深く設定する

ことを特徴とする請求項6乃至9のいずれかに記載の不揮発性半導体メモリの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、電氣的書き換え可能な不揮発性半導体メモリに係り、特にホットエレクトロン注入による書き込みが行われるNOR型等のフラッシュEEPROMに有用なメモリセル構造とその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

EEPROMのメモリセルには通常、半導体基板に絶縁膜を介して浮遊ゲートと制御ゲートを積層したFETMOS構造が用いられる。各種EEPROMのうち、NOR型フラッシュメモリセルでは通常、ホットエレクトロン注入が利用される。即ち、書き込みモードでは、メモリセルが順バイアスされて大きなチャネル電流が流れる状態に設定される。これによりドレイン近傍のピンチオフ領域でホットエレクトロンが生成され、これが浮遊ゲートに注入される。消去動作は例えば、浮遊ゲートに蓄積された電子をFowler-Nordheimトンネル電流機構によりソース側に放出させることにより行われる。

#### 【0003】

この様なホットエレクトロン注入型のメモリセルでは、書き込みや消去特性の最適化のために、ソース及びドレイン領域について、拡散距離や不純物濃度、浮遊ゲートとの重なり（オーバーラップ）等を最適設定することが必要である。例えば、浮遊ゲートに蓄積された電子をソース側に放出させるという消去動作を行うメモリセルの場合であれば、ソース領域については、浮遊ゲートとの間で大きな重なりが必要となる。また、書き込み時には大きなチャネル電流が流れるため、ソース抵抗が十分に低いことが必要であり、このためにソース領域はドレイン領域より深く且つ高濃度であることが望まれる。また、書き込み動作の繰り返しにより、ドレイン近傍のゲート絶縁膜に電子がトラップされると、ドレイン側にオフセットが生じ、メモリセルの書き込み効率の低下や駆動力の低下を引き起こす。これを防止するためには、ドレイン領域についても、ソース領域ほどではないが、浮遊ゲートとの重なりを必要とする。

#### 【0004】

一方、ホットエレクトロン注入型の不揮発性メモリセルについて、ドレイン領域の浮遊ゲートとの重なりを大きくする構造も提案されている（例えば、特開平5-343701号公報、特開平6-252414号公報参照）。

#### 【0005】

また、ホットエレクトロン注入方式ではなく、ドレイン領域と浮遊ゲートの間でのトンネル電流による電子注入及び電子放出を行う不揮発性メモリもある。この種のメモリセルの場合には、ドレイン領域の浮遊ゲートとの重なりを、ソース

側に電子を放出させる場合のソース領域並に大きくした非対称構造とすることが有効である（例えば、特開平5-36990号公報参照）。また、順バイアス状態でのチャンネル電流により生成されるホットエレクトロンを利用する方式ではないが、アバランシェにより生成されるホットエレクトロンを利用するメモリセルについて、同様にドレイン領域の浮遊ゲートとの重なりを大きくとる提案もある（特開平5-55599号公報参照）。

## 【0006】

## 【発明が解決しようとする課題】

以上のように、ホットエレクトロン注入に代表されるドレイン領域側からの電子注入を利用する従来の不揮発性メモリセルでは、ソース、ドレイン領域にそれぞれ浮遊ゲートとの重なりが必要である。また、種々の観点から、浮遊ゲートとソース及びドレイン領域との関係を非対称構造とすることも提案されている。しかし、近年の半導体の微細化技術の進歩は著しく、この微細化技術を用いて高集積化EEPROMを実現しようとする、ソース、ドレイン領域と浮遊ゲートの重なりを大きくとった場合に、実効チャンネル長を確保できなくなる事態が生じる。また実効チャンネル長 $L_{eff}$ をある程度維持しようとする、ソース、ドレイン領域と浮遊ゲートとの重なり分だけゲート長 $L$ が長くなり、メモリセルサイズを縮小することが難しくなる。

## 【0007】

この発明は、必要な実効チャンネル長を確保しながら、ゲート長を可能な限り小さくすることを可能としたメモリセル構造を持つ不揮発性半導体メモリとその製造方法を提供することを目的とする。

## 【0008】

## 【課題を解決するための手段】

この発明は、半導体基板と、この半導体基板に互いに離隔して形成されたソース及びドレイン領域と、これらソース及びドレイン領域の間のチャンネル領域上に形成された電荷蓄積部及び制御ゲートとを備え、前記ドレイン領域近傍でホットエレクトロンを生成して前記電荷蓄積部に注入する書き込み動作を有する不揮発性半導体メモリにおいて、少なくとも前記ソース領域は、前記制御ゲートの側面



に設けられた側壁に自己整合された不純物導入により形成され、且つ前記ドレイン領域と前記電荷蓄積部の重なりが、前記ソース領域と前記電荷蓄積部の重なり以上に設定されていることを特徴とする。

【0009】

この発明において、前記電荷蓄積部は例えば、前記チャネル領域と前記制御ゲートとの間に絶縁膜を介して形成された浮遊ゲートであり、消去動作はその浮遊ゲートに保持された電子を前記チャネル領域に放出させることにより行われる。

この発明において、前記電荷蓄積部は例えば、前記チャネル領域と前記制御ゲートとの間に形成された絶縁膜のトラップ準位であり、消去動作はそのトラップ準位に保持された電子を前記ドレイン領域近傍で生成されたホールの注入により中和することにより行われる。

この発明において好ましくは、ソース領域の不純物ドーズ量がドレイン領域のそれより大きいものとする。

またこの発明において好ましくは、ソース領域の接合深さがドレイン領域のそれより深いものとする。

【0010】

この発明に係る不揮発性半導体メモリの製造方法は、半導体基板上に電荷蓄積部を介して制御ゲートを形成する工程と、前記半導体基板の前記制御ゲートの一方のエッジの外側にそのエッジに整合された不純物導入を行ってドレイン領域を形成する工程と、前記制御ゲートの側面に側壁絶縁膜を形成する工程と、前記半導体基板の前記側壁絶縁膜の外側にその側壁絶縁膜に整合された不純物導入を行ってソース領域を形成する工程とを有することを特徴とする。

【0011】

この発明に係る不揮発性半導体メモリの製造方法はまた、半導体基板に、トンネル絶縁膜を介して浮遊ゲート材料膜を堆積する工程と、前記浮遊ゲート材料膜上に層間絶縁膜を介して制御ゲート材料膜を堆積する工程と、前記制御ゲート材料膜及び浮遊ゲート材料膜を順次パターニングして制御ゲート及び浮遊ゲートを形成する工程と、前記半導体基板の前記制御ゲートの一方のエッジの外側にその

エッジに整合された不純物導入を行ってドレイン領域を形成する工程と、前記制御ゲート及び前記浮遊ゲートの側面に側壁絶縁膜を形成する工程と、前記半導体基板の前記側壁絶縁膜の外側にその側壁絶縁膜に整合された不純物導入を行ってソース領域を形成する工程とを有することを特徴とする。

## 【0012】

この発明に係る不揮発性半導体メモリの製造方法はまた、半導体基板上に電荷蓄積部を介して制御ゲートを形成する工程と、前記制御ゲートの側面に第1の側壁絶縁膜を形成する工程と、前記半導体基板の前記第1の側壁絶縁膜の外側にその第1の側壁絶縁膜に自己整合された不純物導入を行ってドレイン領域を形成する工程と、前記第1の側壁絶縁膜の側面に第2の側壁絶縁膜を形成する工程と、前記半導体基板の前記第2の側壁絶縁膜の外側にその第2の側壁絶縁膜に自己整合された不純物導入を行ってソース領域を形成する工程と、を有することを特徴とする。

## 【0013】

この発明に係る不揮発性半導体メモリの製造方法は更に、半導体基板に、トンネル絶縁膜を介して浮遊ゲート材料膜を堆積する工程と、前記浮遊ゲート材料膜上に層間絶縁膜を介して制御ゲート材料膜を堆積する工程と、前記制御ゲート材料膜及び浮遊ゲート材料膜を順次パターニングして制御ゲート及び浮遊ゲートを形成する工程と、前記制御ゲート及び前記浮遊ゲートの側面に第1の側壁絶縁膜を形成する工程と、前記半導体基板の前記第1の側壁絶縁膜の外側にその第1の側壁絶縁膜に自己整合された不純物導入を行ってドレイン領域を形成する工程と、前記第1の側壁絶縁膜の側面に第2の側壁絶縁膜を形成する工程と、前記半導体基板の前記第2の側壁絶縁膜の外側にその第2の側壁絶縁膜に自己整合された不純物導入を行ってソース領域を形成する工程と、を有することを特徴とする。

## 【0014】

この発明の方法において好ましくは、ソース領域の不純物ドーズ量をドレイン領域のそれより大きく設定する。

またこの発明の方法において好ましくは、ソース領域の不純物導入をドレイン

領域のそれより深く設定する。

【0015】

この発明によるメモリセルでは、ソース領域のチャネル領域側端部が制御ゲートの側壁絶縁膜により規定され、ドレイン領域のチャネル領域側端部が制御ゲートのエッジ、或いは制御ゲート側面の薄い側壁絶縁膜の外側により規定される。従って、ソース領域と電荷蓄積層（代表的には、浮遊ゲート）との重なりは、オフセットが生じない必要最小限のものとし、ドレイン領域の浮遊ゲートとの重なりをそれより大きくした非対称メモリセル構造が得られる。これにより、必要な実効チャネル長を確保しながら、ゲート長を小さくすることができる。

【0016】

ここで、ソース領域と浮遊ゲートの重なりを小さくすると、ソース領域に電子放出させる従来の消去動作では、消去効率が悪くなる。しかしこれについては、浮遊ゲートの電子をチャネル領域全面に放出させる消去動作を利用すれば、問題ない。また、大きなチャネル電流を流す書き込み動作では、ソース領域の抵抗が十分低いことが注入効率にとって重要である。従ってこの発明では好ましくはソース領域の不純物ドーズ量をドレイン領域のそれより大きくし、またソース領域の接合深さをドレイン領域のそれより深くする。これにより、小さなソース抵抗を実現して、高い書き込み注入効率を得ることができる。

【0017】

また、ホットエレクトロンが注入される電荷蓄積層が絶縁膜中のトラップ準位であるメモリセルの場合には、消去動作はそのトラップ準位に保持された電子をドレイン領域にトンネリングにより引き抜いてもよいし、より好ましくは、トラップ準位に保持された電子をドレイン領域近傍で生成されたホールの注入により中和する、という動作にすればよい。

【0018】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して、この発明の実施例を説明する。

図1は、この発明の実施の形態によるメモリセル構造を示す。シリコン基板1のメモリセル領域にはp型ウェル2が形成されている。このp型ウェル2にトン

ネル絶縁膜として熱酸化によるシリコン酸化膜 3 が形成され、この上に浮遊ゲート 4 が形成されている。浮遊ゲート 4 の上には更に層間絶縁膜 5 を介して制御ゲート 6 が形成されている。制御ゲート 6 と浮遊ゲート 4 は、ゲート長方向に関し同じサイズにパターン形成されている。

## 【0019】

$n^+$ 型のソース領域 8 とドレイン領域 9 は、別々のイオン注入工程により作られている。即ち、ドレイン領域 9 は、制御ゲート 6 の右側のエッジに自己整合されたイオン注入によって形成されている。浮遊ゲート 4 及び制御ゲート 6 の側面には側壁絶縁膜 7 が形成され、ソース領域 8 は、この側壁絶縁膜 7 の左側の側面に自己整合されたイオン注入により形成されている。

## 【0020】

ソース、ドレイン領域 8, 9 は、イオン注入後の熱処理による不純物再拡散により、浮遊ゲート 4 との重なりが生じているが、側壁絶縁膜 7 の有無に応じて非対称構造となっている。即ち、ソース領域 8 のチャンネル領域 10 側の端部は、側壁絶縁膜 7 のエッジによって決定され、浮遊ゲート 4 との重なりは  $y_s$  となる。ドレイン領域 9 のチャンネル領域 10 側の端部は、制御ゲート 6 のエッジによって決定され、浮遊ゲート 4 との重なりは  $y_d$  ( $> y_s$ ) となる。

図に示したように、ゲート長を  $L$  として、実効チャンネル長  $L_{eff}$  は、 $L_{eff} = L - (y_s + y_d)$  である。ソース領域 8 側の重なり  $y_d$  は、オフセットが生じない範囲で最小限の値に設定されている。

ソース領域 8 とドレイン領域 9 とは不純物ドーズ量も異なる。即ち、ソース領域 8 のドーズ量がドレイン領域 9 のそれより大きく設定される。この結果、ソース領域 8 の拡散深さ（接合深さ） $x_{js}$  は、ドレイン領域 9 の拡散深さ（接合深さ） $x_{jd}$  に対して、 $x_{js} > x_{jd}$  なる関係になる。

## 【0021】

この実施の形態のメモリセルの製造工程を、図 2 A～図 2 F を参照して説明する。図 2 A に示すように、 $p$  型ウェル 2 が形成された基板 1 に、熱酸化によりトンネル酸化膜 3 を形成する。このトンネル酸化膜 3 の上に、浮遊ゲート材料膜である第 1 層多結晶シリコン膜 40、層間絶縁膜 5 及び制御ゲート材料膜である第

2層多結晶シリコン膜60を順次堆積する。

【0022】

次いで、周知のリソグラフィ工程とRIE工程により、多結晶シリコン膜60、層間絶縁膜5、多結晶シリコン膜40を順次エッチングして、図2Bに示すように、同じ幅で制御ゲート6と浮遊ゲート4をパターン形成する。但し、制御ゲート6をワード線として複数のメモリセルに対して連続的に配設する場合には、図に直交する方向について、制御ゲート材料膜60の堆積前に、浮遊ゲート材料膜40を予め分離しておく。

【0023】

その後、後酸化を行って、制御ゲート6、浮遊ゲート4の露出面及び基板1の表面に酸化膜13を形成した後、リソグラフィ工程により、図2Cに示すようにソース領域側を覆うレジストパターン11を形成する。そして、砒素をイオン注入して、制御ゲート6に自己整合された $n^+$ 型ドレイン領域9を形成する。但し、この段階でドレイン領域9の不純物は未だ活性化されていない。砒素のドーズ量は例えば、 $2E15/cm^2$ とする。

【0024】

続いて、LP-CVD法により70nm程度の例えばシリコン酸化膜を堆積し、これをRIEによりエッチバックして、図2Dに示すように、浮遊ゲート4及び制御ゲート6の側面に厚み70nmの側壁絶縁膜7を形成する。

【0025】

次に、再度リソグラフィ工程を行って、図2Eに示すように、ドレイン領域9側を覆うレジストパターン12を形成する。そして、砒素をイオン注入して、側壁絶縁膜7に自己整合された $n^+$ 型ソース領域8を形成する。このとき、砒素のドーズ量は例えば、 $5E15/cm^2$ とする。

【0026】

最後に、ソース及びドレイン領域8、9の不純物の再拡散と活性化の熱処理を行う。これにより、図2Fに示すように、ソース領域8は、浮遊ゲート4に僅かに重なり、これに比べてドレイン領域9は、側壁絶縁膜7の膜厚分大きく浮遊ゲート4に重なった状態となる。

## 【0027】

具体的に、砒素の横方向拡散長が約  $80\text{ nm}$  となる熱拡散工程を行ったとして、ドレイン領域 9 と浮遊ゲート 4 の重なり  $y_d$  は、およそ  $y_d = 80\text{ nm}$  となり、ソース領域 8 と浮遊ゲート 4 との重なり  $y_s$  は、およそ  $y_s = 10\text{ nm}$  となる。実際には、ドレイン領域 9 が、側壁絶縁膜 7 の形成工程の熱履歴を受ける分、拡散長は大きくなるが、これは無視している。

## 【0028】

従ってこの実施の形態によると、実効チャネル長  $L_{eff} = 150\text{ nm}$  のメモリセルを作る場合、必要なゲート長  $L$  はおよそ、 $L = 150 + 80 + 10 = 240\text{ nm}$  となる。ソース、ドレイン双方に  $80\text{ nm}$  の浮遊ゲートとの重なりをとった場合には、必要なゲート長が  $310\text{ nm}$  となるから、この実施の形態によりメモリセルサイズを効果的に小さくすることができる。

## 【0029】

この実施の形態によるメモリセルの書き込みモードでは、ソース領域 8 を低電位（例えば接地電位）とし、制御ゲート 6 とドレイン領域 9 に正の高電位を印加して大きなチャネル電流を流す。これにより、ドレイン領域 9 の近傍のピンチオフ領域で生成されたホットエレクトロンが浮遊ゲート 4 に注入され、しきい値の高い状態になる。消去モードでは、制御ゲート 6 を低電位（例えば、接地）とし、 $p$  型ウェル 2 に正の高電位を印加する。これにより、浮遊ゲート 4 の電子はチャネル領域 10 の全面に放出される。

## 【0030】

この実施の形態では、ドレイン領域 9 と浮遊ゲート 4 の重なりをソース領域 8 と浮遊ゲート 4 の重なりより大きく確保しており、その結果書き込み動作では高い電子注入効率を得られ、またドレインエッジでの電子トラップ等によるオフセットを防止することができる。また書き込み動作では、大きなチャネル電流が流れるが、ソース領域 8 はドレイン領域 9 に比べて高ドーズ量で深く拡散形成されて、低抵抗となっている。従って、ソース抵抗による基板バイアス効果は小さく抑えられており、これも注入効率向上に寄与している。

## 【0031】

またこの実施の形態の場合、ソース領域 8 と浮遊ゲート 4 の重なりは、オフセットの生じない範囲で最小限に抑えられているが、消去動作は浮遊ゲート 4 からソース領域 8 への電子放出ではなく、チャンネル領域全面への電子放出を利用しているから、消去効率も十分高いものとなる。

更に、ドレイン領域 9 を浮遊ゲート 4 とオーバーラップさせているとはいえ、その重なりは、制御ゲート 6 に自己整合されたイオン注入と、その後の熱工程により制御されて、無用に大きな重なりとはならない。ソース領域 8 も制御ゲート 6 と側壁絶縁膜 7 に自己整合されて形成されている。従って、短チャンネル効果を抑制するに十分な実効チャンネル長  $L_{eff}$  を確保しながら、ゲート長  $L$  を小さいものとすることができ、メモリセルサイズの微細化が可能である。

#### 【0032】

図 3 は、この発明の別の実施の形態による不揮発性半導体メモリセル構造を示す。図 1 と対応する部分には、図 1 と同一符号を付してある。この実施の形態では、ゲート構造が先の実施の形態と異なり、浮遊ゲート 4 及び層間絶縁膜 5 は形成されておらず、制御ゲート 6 下の絶縁膜 20 が、シリコン酸化膜（トンネル酸化膜）21、シリコン窒化膜 22 及びシリコン酸化膜 23 の 3 層構造となっている。これらの積層構造絶縁膜 20 のシリコン酸化膜 21 とシリコン窒化膜 22 の間にある界面準位が電子をトラップする電荷蓄積部として機能する。

#### 【0033】

この実施の形態の場合も、次の（1）～（3）は、先の実施の形態と同じである。

（1）ソース領域 8 は、制御ゲート 6 と側壁絶縁膜 7 に自己整合されたイオン注入により形成され、ドレイン領域 9 は、制御ゲート 6 に自己整合されたイオン注入により形成される。

（2）ソース領域 8 と電荷蓄積部との重なり（具体的には、制御ゲート 6 との重なり） $y_s$  は小さく、ドレイン領域 9 と制御ゲート 6 との重なり  $y_d$  はこれより大きい。

（3）ソース領域 8 のドーズ量は、ドレイン領域 9 のそれより大きく、従ってソース領域 8 の拡散深さ  $x_{js}$  は、ドレイン領域 9 の拡散深さ  $x_{jd}$  より大きい。

このメモリセル構造を作る工程も、ゲート部の形成工程を除いて、先の実施の形態と同様である。

#### 【0034】

この実施の形態によるメモリセルでは、書き込み動作は先の実施の形態と同じである。一方、消去動作については、例えばドレイン領域9と制御ゲート6との間に電界を印加し、絶縁膜20内の界面準位にトラップされた電子をドレイン領域9に引き抜く。或いは電界のみでは簡単に放出できないことを考慮し、ホールを注入することにより、電子蓄積状態を中和する。具体的には、ソース領域8を接地し、制御ゲート6に負電位、ドレイン領域9に正の高電位をそれぞれ与えて、ドレイン接合でバンド間トンネリングを起こさせ、生成したホールを絶縁膜20に注入する。これにより、電界により電子を放出させる場合に比べて、消去効率は一段と高いものとなる。

この実施の形態によっても先の実施の形態と同様の効果が得られる。

#### 【0035】

図4は、図1のメモリセルを変形した実施の形態である。要求される書き換え回数や動作方法によっては、ドレイン領域側の浮遊ゲートとの重なりをそれほど必要としない場合もある。その場合には、図4に示すように、ソース領域8、ドレイン領域9共に、側壁絶縁膜7に自己整合されたイオン注入により形成する。ソース、ドレイン領域8、9を同時にイオン注入して形成すれば、 $y_s = y_d$ となる。またこのとき、ソース、ドレイン領域8、9の拡散深さも、 $x_{js} = x_{jd}$ となる。

#### 【0036】

この実施の形態のメモリセルでの書き込み及び消去動作も、先の実施の形態と同様とする。この実施の形態によると、実効チャネル長とゲート長との差がより小さくなり、実効チャネル長を確保しながらメモリセルサイズを微細化する上で非常に好ましい。

#### 【0037】

なお、ソース領域のみを一般的なLDD構造とすることによっても、ソース領



域の浮遊ゲートとの重なりを、ドレイン領域と浮遊ゲートとの重なりに比べて小さく保つことは可能である。図5はソース側をLDD構造とした、この発明と比較するためのメモリセル構造を示している。図5に示されるメモリセル構造では、ソース領域8は、低濃度で浅い $n^-$ 型拡散層8aと高濃度で深い $n^+$ 型拡散層8bとから構成されている。 $n^-$ 型拡散層8aは、制御ゲート6に自己整合されたイオン注入により形成され、 $n^+$ 型拡散層8bは、制御ゲート6及び側壁絶縁膜7に自己整合されたイオン注入により形成される。ドレイン領域9は、図1の実施の形態と同様に制御ゲート6に自己整合されたイオン注入により形成される。

## 【0038】

しかしながらこのメモリセル構造の場合、LDD特性を得る上で、ソース領域8と浮遊ゲート4の重なりを $n^-$ 型拡散層8aに担わせる必要があり、ソース抵抗の上昇が避けられないという問題がある。

## 【0039】

更にこの発明の別の実施の形態として、ドレイン領域を薄い側壁絶縁膜に自己整合されたイオン注入で形成し、ソース領域についてはそれより厚い側壁絶縁膜に自己整合されたイオン注入により形成する方法もある。即ち、イオン注入後の熱工程によりドレイン領域と浮遊ゲートの重なりが必要以上に大きくなる場合には、ドレイン領域についても側壁絶縁膜の外側にイオン注入することにより、ドレイン領域と浮遊ゲートの重なりを必要最小限の大きさとする。一方、同じ側壁絶縁膜を用いてソース領域側のイオン注入を行うと、ソース領域と浮遊ゲートの重なりは必要以上に大きくなる。そこで、ソース領域側については、更に別の側壁絶縁膜を形成して、その側壁の外側へのイオン注入により形成する。

## 【0040】

図6A～図6Dは、その様な実施の形態による製造工程を示している。図2Bの工程の後、図6Aに示すように、制御ゲート6及び浮遊ゲート4の側面に第1の側壁絶縁膜7aを形成する。そして、図6Bに示すように、ソース領域側を覆うレジストパターン11を形成し、砒素のイオン注入を行ってドレイン領域9を形成する。

## 【0041】

続いて、図6Cに示すように、第1の側壁絶縁膜7aの外側に更に第2の側壁絶縁膜7bを形成する。そして、ドレイン領域側を覆うレジストパターン12を形成して、砒素のイオン注入を行って、ソース領域8を形成する。最後に、ソース及びドレイン領域8、9の不純物再拡散と活性化の熱処理を行う。これにより、図6Dに示すように、ソース領域8は浮遊ゲート4と僅かに重なり、ドレイン領域9は浮遊ゲート4と大きく重なった状態が得られる。

## 【0042】

なおこの実施の形態においても好ましくは、ソース領域8の不純物ドーズ量をドレイン領域9のそれより大きく設定する。これにより、ソース領域8の接合深さはドレイン領域9のそれより深くなる。この実施の形態によっても、先の実施の形態と同様の効果が得られる。

## 【0043】

## 【発明の効果】

以上述べたようにこの発明によれば、必要な実効チャネル長を確保しながら、ゲート長を可能な限り小さくすることを可能としたメモリセル構造を持つホットエレクトロン注入型の不揮発性半導体メモリを得ることができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図1】

この発明の実施の形態によるメモリセル構造を示す図である。

## 【図2A】

同メモリセルのゲート電極部の積層工程を示す図である。

## 【図2B】

同メモリセルのゲート電極部のパターニング工程を示す図である。

## 【図2C】

同メモリセルのドレイン領域のイオン注入工程を示す図である。

## 【図2D】

同メモリセルの側壁絶縁膜の形成工程を示す図である。

## 【図2E】

同メモリセルのソース領域のイオン注入工程を示す図である。

【図 2 F】

同メモリセルの不純物再拡散工程を示す図である。

【図 3】

この発明の他の実施の形態によるメモリセル構造を示す図である。

【図 4】

この発明の他の実施の形態によるメモリセル構造を示す図である。

【図 5】

この発明と比較するためのメモリセル構造を示す図である。

【図 6 A】

この発明の他の実施の形態による第 1 の側壁絶縁膜形成工程を示す図である。

【図 6 B】

同実施の形態によるドレイン領域のイオン注入工程を示す図である。

【図 6 C】

同実施の形態による第 2 の側壁絶縁膜形成とソース領域のイオン注入工程を示す図である。

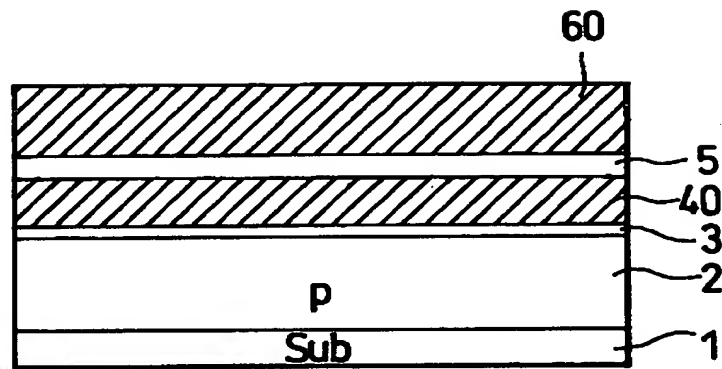
【図 6 D】

同実施の形態による不純物再拡散工程を示す図である。

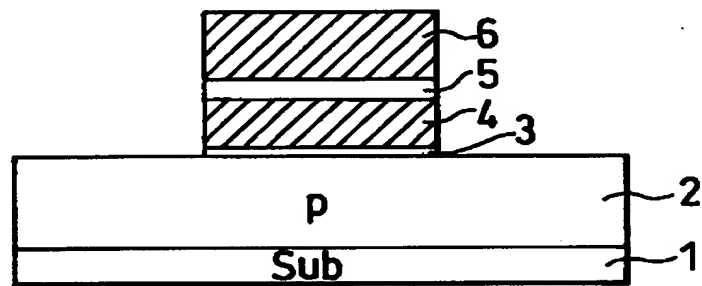
【符号の説明】 1…シリコン基板、2…p型ウェル、3…トンネル酸化膜、4…浮遊ゲート、5…層間絶縁膜、6…制御ゲート、7…側壁絶縁膜、8…ソース領域、9…ドレイン領域、10…チャンネル領域。



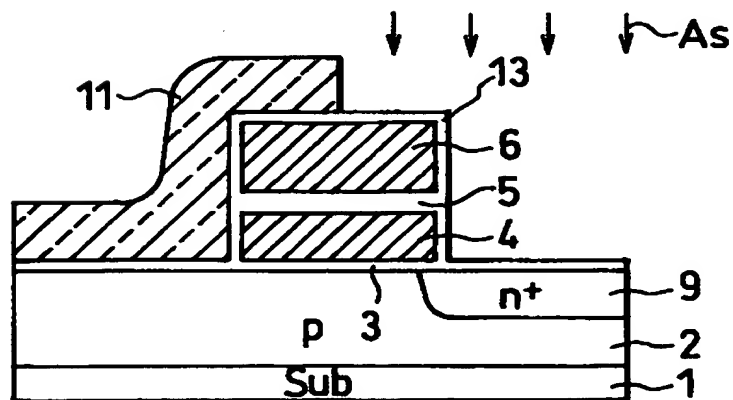
【図 2 A】



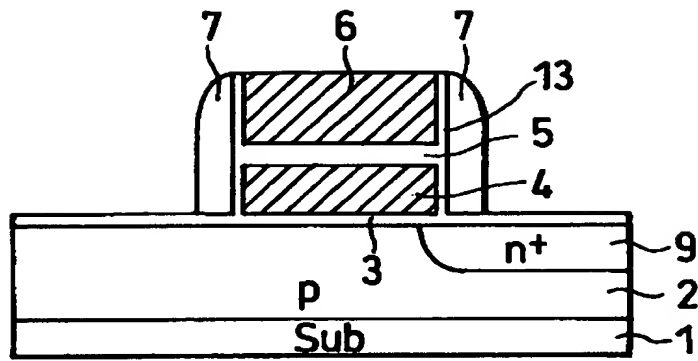
【図 2 B】



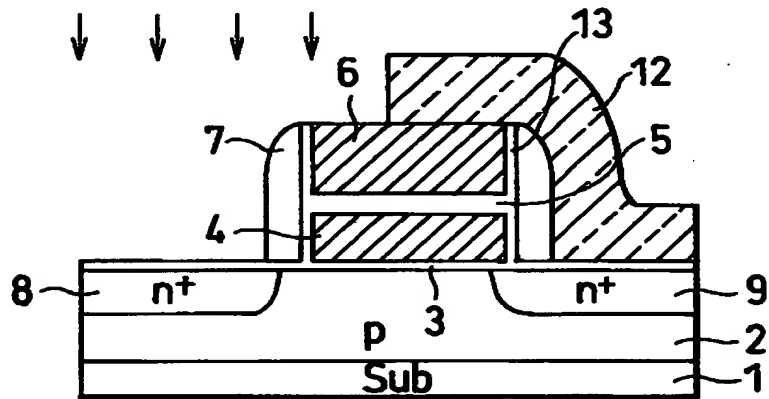
【図 2 C】



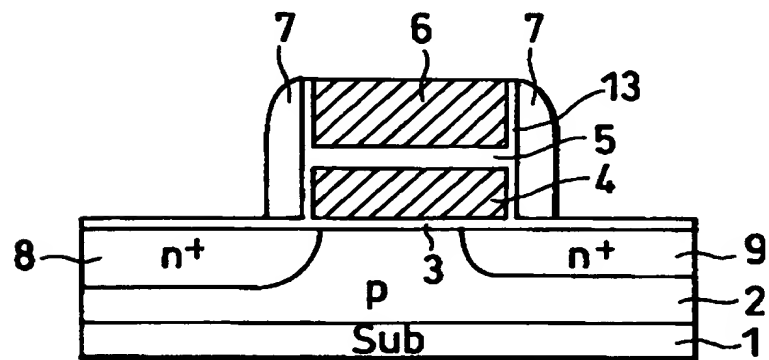
【図 2 D】



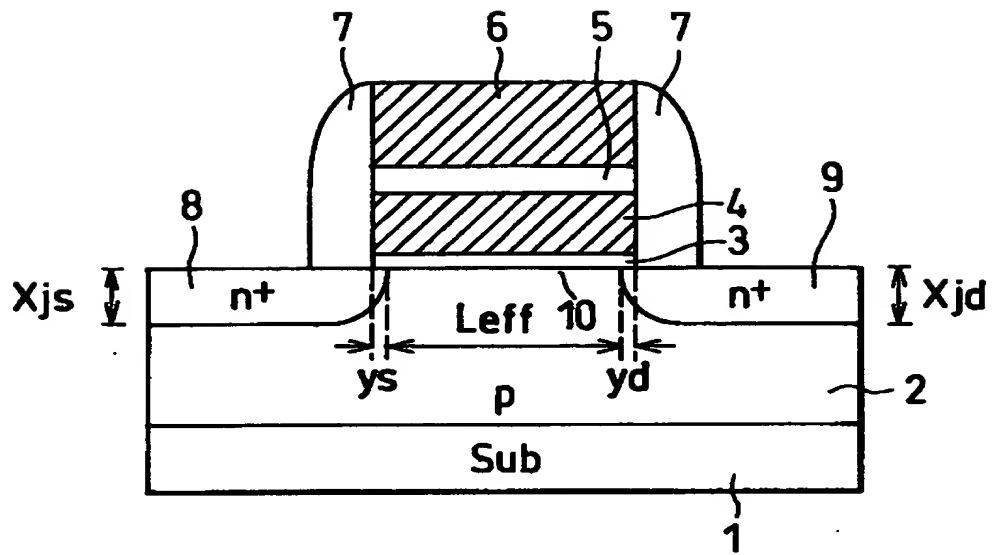
【図 2 E】



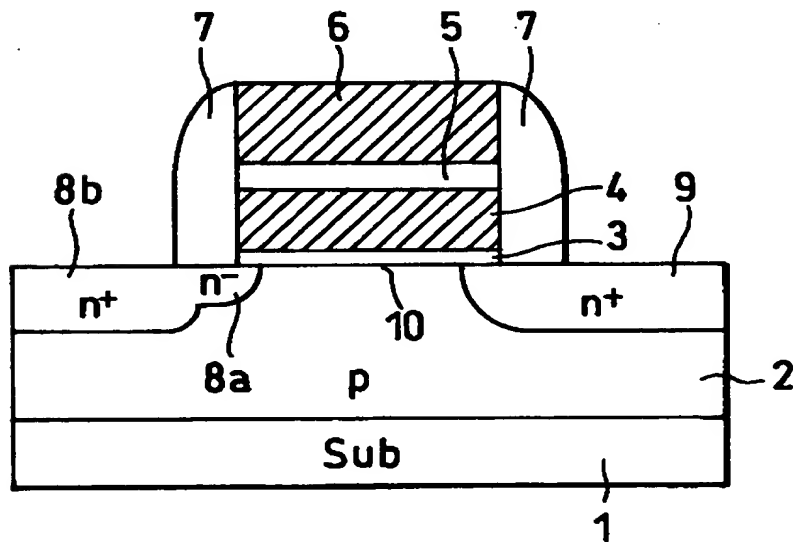
【図 2 F】



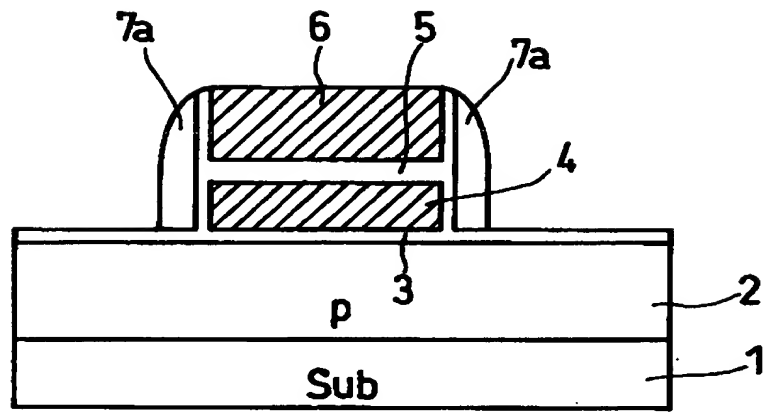
【图 4】



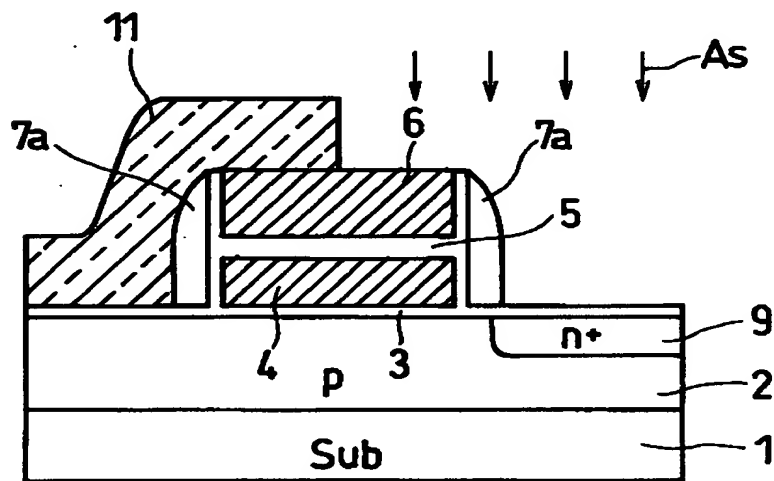
【图 5】



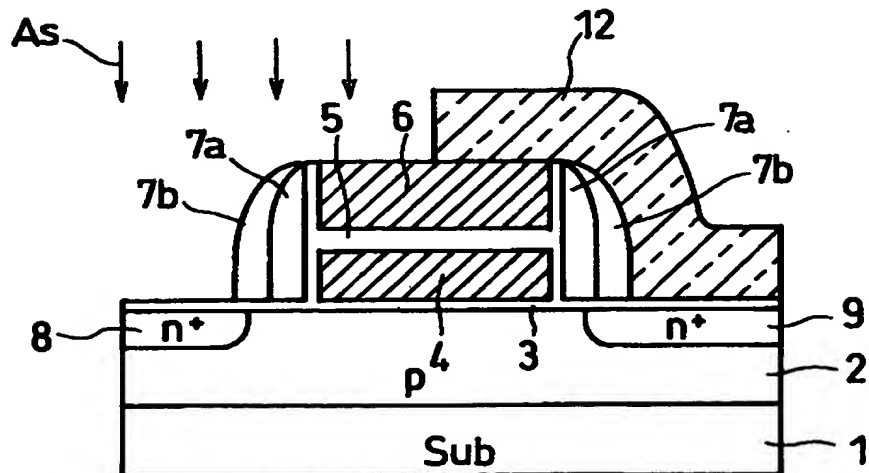
【図 6 A】



【図 6 B】

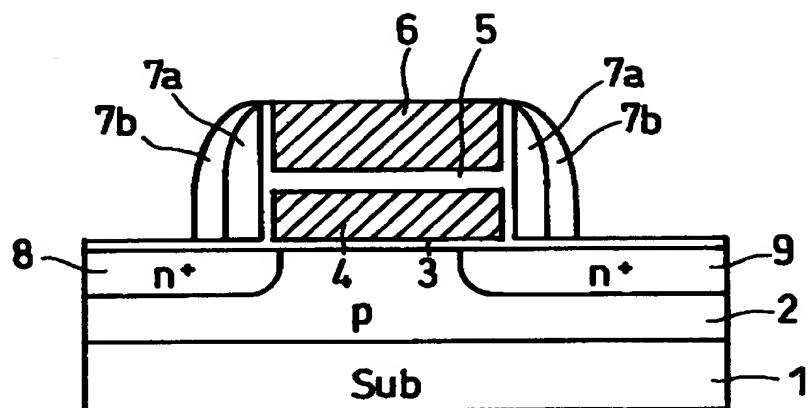


【図 6 C】





【図 6 D】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 必要な実効チャネル長を確保しながら、ゲート長を可能な限り小さくすることを可能としたメモリセル構造を持つ不揮発性半導体メモリを提供する。

【解決手段】 シリコン基板 1 に、互いに離隔して形成されたソース領域 8 及びドレイン領域 9 と、これらの間のチャネル領域 10 上にトンネル酸化膜 3 を介して形成された浮遊ゲート 4、更に層間絶縁膜 5 を介して形成された制御ゲート 6 を有し、ドレイン領域 9 の近傍でホットエレクトロンを生成して浮遊ゲート 4 に注入する書き込み動作を有する不揮発性半導体メモリセルであり、ドレイン領域 9 は、制御ゲート 6 に整合されたイオン注入により形成され、ソース領域 8 は、制御ゲート 6 と側壁絶縁膜 7 に整合されたイオン注入により形成される。ドレイン領域 9 と浮遊ゲート 4 の重なり  $y_d$  は、ソース領域 8 と浮遊ゲート 4 の重なり  $y_s$  より大きく設定される。

【選択図】 図 1

【書類名】 職権訂正データ  
【訂正書類】 特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】 000003078

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区堀川町7番地

【氏名又は名称】 株式会社東芝

【代理人】 申請人

【識別番号】 100092820

【住所又は居所】 東京都千代田区鍛冶町2丁目5番15号 神田小幡  
ビル6階

【氏名又は名称】 伊丹 勝

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003078]

1. 変更年月日	1990年 8月22日
[変更理由]	新規登録
住 所	神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
氏 名	株式会社東芝